

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЮ 3D-МОДЕЛЕЙ СОСТАВОВ СУДОВ С ВОЗДУШНОЙ КАВЕРНОЙ

**Афанасьев А.П.¹, Качанов И.В.², Ленкевич С.А.²,
Ключников В.А.², Шаталов И.М.², Охремчик С.И.²**

1).ОАО «Белсудопроект», Гомель, Республика Беларусь

2). Белорусский национальный технический университет, Минск,
Республика Беларусь

Для эффективной работы речного флота необходимо создание речных судов и их составов, обладающих минимальным сопротивлением движению, что тесно связано с оптимизацией конструктивных параметров корпуса судна.

Для проведения гидродинамических исследований в лаборатории кафедры «ГЭСВТГ» БНТУ были разработаны и изготовлены компьютерные (цифровые) 3D-модели составов судов (барже-буксирных составов, включающих буксир-толкач проекта 570 и баржи на основе проекта 775) с воздушной каверной в виде пакетной и скеговой подачи воздуха в масштабе 1:100, а также разработан и оборудован измерительный стенд на базе гидродинамического лотка, на котором отработана современная методика проведения экспериментальных исследований по определению сил сопротивления движению и подъемной силы при использовании воздушной каверны и по оптимизации обводов носовой части и отношения L/B корпуса баржи в режимах буксировки и толкания. Измерение силовых параметров (силы сопротивления движению и подъемной силы при обращенном движении, действующих на модели составов) производилось силоизмерительным комплексом (ПАК), который был оборудован тензодатчиками (КТУ-2) и цифровой записью (АЦП). Измерение осредненных скоростей в потоке производилось гидрометрической вертушкой ГМЦМ (погрешность измерения ± 1 %). Подача воздуха в воздушную каверну осуществлялась компрессором марки ЕЛОАЕ-251-3. Регулирование подачи воздуха осуществлялось с помощью ресивера CFL-10 и регулятора давления (редуктора) типа БПО-15-3.

В результате выполненных экспериментальных исследований были определены величины сил сопротивления движению и подъемной силы, действующих на модели барже-буксирных составов с использованием воздушной каверны в режиме буксировки и толкания, а также определены оптимальные формы обводов носовой части корпуса баржи при различных отношениях L/B его основных размерений. По результатам проведенных экспериментов были сделаны следующие выводы:

Анализ результатов экспериментальных исследований состава судов (барже-буксирного состава) показал принципиальную возможность

использования воздушной каверны в днище баржи для снижения сопротивления движению состава в режиме толкания.

В процессе проведения экспериментов было установлено, что в режиме толкания состава судов днищевая воздушная каверна баржи работает стабильно и устойчиво. При скоростях обращенного потока в пределах 0,19–0,3 м/с и давлении подаваемого воздуха 0,2–0,7 атм (0,02–0,07 МПа) снижение сопротивления движению состава достигало 10-15 % и более, а подъемная сила увеличилась на 25-30 %. В режиме же буксировки происходил постоянный срыв воздушной каверны и схлопывание воздушного пузыря из-за неустойчивого курса баржи (баржа рыскала влево– вправо или вперед–назад с деферентом то на нос, то на корму). Неустойчивый курс баржи во время буксировки приводил к довольно значительному кратковременному увеличению (1,3–1,5 раза) силы сопротивления движению. Таким образом, режим буксировки с применением воздушной каверны не эффективен.

Экспериментальные исследования сопротивления движению состава судов (барже-буксирных составов) с различной формой обводов носовой части баржи и различным отношением L/B её основных размерений также проводились в гидродинамическом лотке в режиме толкания и буксировки.

Анализ результатов, проведенных экспериментальных исследований моделей корпусов баржи в составе судов показал, что наиболее оптимальной формой обводов носовой части баржи являются лекальные обводы носовой части с углом подъема батоксов к грузовой ватерлинии 25° , с килеватостью носа 5° , что позволяет снизить силу сопротивления движению состава судов на 10-20 % по сравнению с лекальными обводами судна-прототипа (баржа проекта 775) как в режиме толкания, так и в режиме буксировки.

Экспериментальные исследования по определению оптимального отношения L/B основных размерений баржи в режиме толкания и буксировки показали, что для режима толкания минимальное сопротивление движению состава судов будет при отношении $L/B = 7,3$, а при режиме буксировки – $L/B = 5,43$.

В заключении можно сделать общий вывод, что наиболее оптимальным режимом эксплуатации составов судов (барже-буксирных составов) на водотоках РБ является режим толкания с использованием воздушной каверны в днищевой части баржи, при этом обводы носовой части баржи могут иметь лекальную форму с углом наклона 25° к основной плоскости и малой килеватостью 5° , а отношение L/B должно дополнительно анализироваться, исходя из величины изменения грузоподъемности баржи в зависимости от этого параметра.